

Rec'd PCT/PTO 04 JAN 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. Januar 2004 (15.01.2004)

PCT

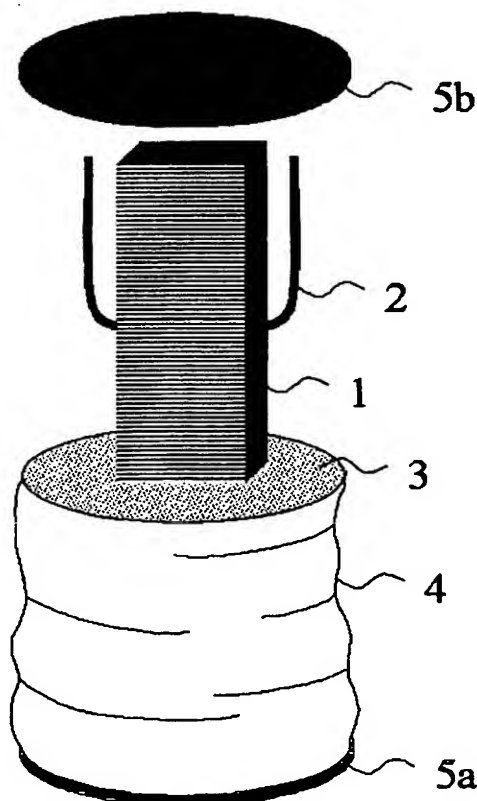
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/006348 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: H01L 41/053, F02M 59/46, F16K 31/00 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/005964 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. Juni 2003 (06.06.2003) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FLÄMIG-VETTER, Tobias [DE/DE]; Martinstrasse 32, 73728 Esslingen (DE). ÖING, Heinz [DE/DE]; Marienstrasse 8, 26892 Dörpen (DE). RENNER, Gregor [DE/DE]; Kristallweg 16, 70619 Stuttgart (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: BERGEN-BABINECZ, Katja usw.; Daimler-Chrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 30 032.1 4. Juli 2002 (04.07.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR FOR MEDIA FLOWING THEREAROUND, AND USE OF A CORRESPONDING PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHER AKTOR FÜR UMSTRÖMENDE MEDIEN SOWIE VERWENDUNG EINES ENTSPRECHENDEN PIEZOELEKTRISCHEN AKTORS



(57) Abstract: The invention relates to a piezoelectric actuator for media flowing therearound, comprising a piezo stack, at least some parts of which are arranged within a deformable isolating material so as to be in direct contact therewith. The isolating material is enclosed by a fluid-tight actuator housing that is formed by a housing shell, one end of which is delimited by a dimensionally stable actuator top while the other end thereof is delimited by a dimensionally stable actuator bottom. The actuator top and the actuator bottom are disposed on the active main surfaces of the piezo stack. In order to increase the service life of the actuator, the housing shell is made of a limp and/or elastic material and is disposed at a distance from the piezo stack at every location. The length of the shell, which is measured along the surface line, corresponds at least to the maximal dimensions of the piezo stack, and/or the housing shell can be stretched accordingly. The isolating material is an electrically insulating fluid and/or a gel and at least largely fills the inside volume of the fluid-tight actuator housing.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Aktor für ihn umströmende Medien, mit einem Piezostapel, der mit direktem Kontakt zumindest bereichsweise innerhalb einer formveränderlichen Isolationsmasse angeordnet ist, die ihrerseits von einem fluidisch verschlossenen Aktorgehäuse umfasst ist, welches von einem Gehäusemantel gebildet wird, der an seinem einem Ende von einem formstabilen Aktordeckel und seinem anderen Ende von einem formstabilen Aktorboden begrenzt ist. Der Aktordeckel und der Aktorboden sind an den aktiven Hauptflächen des Piezostapel angeordnet. Zur Erhöhung der Standzeit ist der Gehäusemantel aus einem lappigen und/oder elastischen Material gefertigt und weist an allen Punkten einen Abstand von dem Piezostapel aufweist. Die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/006348 A2



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

---

entlang der Mantellinie gemessene Mantellänge des Gehäusemantels entspricht mindestens der Maximalausdehnung des Piezostapels und/oder der Gehäusemantel ist entsprechend dehnbar. Ferner ist die Isolationsmasse ein elektrisch isolierendes Fluid und/oder ein Gel und füllt das Innenvolumen des dichten Aktorgehäuses zumindest weitgehend aus.

DaimlerChrysler AG

Piezoelektrischer Aktor für umströmende Medien sowie Verwendung eines entsprechenden piezoelektrischen Aktors

Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Aktor für umströmte Medien gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie er bspw. aus der gattungsbildend zugrundegelegten DE 198 18 068 A1 als bekannt hervorgeht sowie Verwendungen desselben.

Aus gattungsbildend zugrundegelegten DE 198 18 068 A1 ist ein piezoelektrischer Aktor für umströmte Medien bekannt, welcher einen Piezostapel aufweist, der innerhalb einer formveränderlichen Isolationsmasse aus einem elastischen Kunststoff mit direktem Kontakt zu dieser angeordnet ist. Die Isolationsmasse ist ihrerseits von einem Aktorgehäuse umfasst. Das Aktorgehäuse wird von einem Gehäusemantel gebildet, der an seinem einen Ende mit einem formstabilen Aktordeckel und an seinem anderen Ende mit einem formstabilen Aktorboden verbunden ist. Der Aktordeckel bzw. der Aktorboden sind mit den aktiven Hauptflächen des Piezostapels verbunden. Die elektrischen Anschlussleitungen des Piezostapels sind durch den Aktordeckel hindurchgeführt. Des weiteren ist es denkbar, die elektrischen Anschlüsse des Piezostapels bis an die Endplatten (Aktordeckel bzw. Aktorboden) des Aktors heranzuführen und eine oder beide Endplatten als elektrische Kontaktflächen zu nutzen.

Da die elektrisch isolierende Isolationsmasse aus einem elastischen Kunststoff, z.B. Silicon, gebildet ist, der direkt an der Außenfläche des Piezostapels anliegt, muss sie der sehr

schnellen Bewegung des Piezostapels im Einsatz folgen. Hierdurch besteht die Gefahr einer Rissbildung in der Isolationsmasse sowie der Ablösungen von Isolationsmasse, so dass das umströmende Medium in zerstörerischer Weise an den Piezostapel gelangen kann.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, die Standzeit derartiger Aktoren für umströmende Medien zu erhöhen.

Die Aufgabe wird mit einem Aktor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Durch die Ausführung des Gehäusemantels aus einem lappigen und/oder elastischen Material mit den beanspruchten Merkmalen wird die hermetische Trennschicht weg von der hochaktiven Fläche des Piezostapels verlagert. Dadurch sind u.a. die Abnützungserscheinungen zwischen dem insbesondere eine piezoelektrische Keramik aufweisenden Piezostapel und der Isolationsmasse zumindest verringert. Dies wird ferner durch einfache konstruktive Maßnahmen erreicht, so dass auf aufwendige Konstruktionen zur Abdichtung verzichtet werden kann.

Ein erfindungsgemäßer Aktor ermöglicht damit eine freie Längenänderung des Aktors, respektive des Piezostapels, wobei eine Benetzungswahrscheinlichkeit des Piezostapels mit einem insbesondere aggressiven umströmenden Medium, vorzugsweise einem unter Druck stehenden Kraftstoff, zumindest verringert wird.

Der Gehäusemantel weist an allen Punkten einen Abstand von dem Piezostapel auf. Ferner entspricht die entlang der Mantellinie gemessene Mantellänge des Gehäusemantels mindestens der Maximalausdehnung des Aktors und/oder bzw. der Gehäusemantel ist mindestens entsprechend dehnbar, damit die Ausdehnung des Piezostapels seitens des Gehäusemantels wahrgenommen werden kann.

Da die Isolationsmasse vorzugsweise weitgehend aus einem inkompressiblen Medium gebildet wird, ist dessen Formveränderung, bspw. die Ausbildung einer Taille bei der Ausdehnung des Piezostapels, bei der Dimensionierung der Länge des Gehäusemantels insbesondere in Richtung der Ausdehnung des Piezostapels zu berücksichtigen.

Des weiteren ist zwischen dem Gehäusemantel und dem Piezostapel als Isolationsmasse ein elektrisch isolierendes Fluid, insbesondere eine Flüssigkeit, und/oder ein Gel eingebracht, wobei die Isolationsmasse, insbesondere ein Siliconöl, zumindest weitgehend das Innenvolumen des Aktorgehäuses füllt. Damit ist das Innenvolumen des Aktorgehäuses zumindest weitgehend frei von einem kompressiblem Gas.

Bei dem beanspruchten Aufbau weist einzig die fluidische Isolationsmasse einen Kontakt zu dem Piezostapel auf. Daher sind die hier auftretenden Scherkräfte allenfalls gering, womit die Standzeit des Aktors erhöht ist. Vor diesem Hintergrund ist es ferner von Vorteil, wenn die Isolationsmasse zur Abfuhr ggf. auftretender Reibungswärme zwischen dem Piezostapel und ihr, eine gute bis hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Gleiches gilt für die Wärmeabfuhr aus dem Piezostapel, weshalb die Wärmeleitfähigkeit der Isolationsmasse vorzugsweise gleich oder größer als die des Materials des Piezostapels ist.

In vorteilhafter Weise gilt dasselbe für die Wärmeleitfähigkeit der beiden Endplatten (Aktordeckel und Aktorboden), wodurch die Ableitung der im aktiven Betrieb anfallenden Wärme an das umströmende Medium erleichtert und/oder verbessert ist.

Da die den Aktor umströmenden Medien, insbesondere Kraftstoff zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, durchaus chemisch oder auf andere Weise einen aggressiven Charakter aufweisen kön-

nen, wird als Material des Gehäusemantels in zweckmäßiger Weise ein gegenüber diesen zu erwartenden Beanspruchungen zumindest weitgehend resistentes Material gewählt.

In günstiger Weise entspricht die Viskosität des Isolationsmediums in etwa der des umströmenden Mediums, da dadurch die Belastung des Material des Gehäusemantels seitens des umströmenden Mediums weiter verringert ist.

Insbesondere bei der Verwendung von Aktoren, deren Endplatte(n) als elektrische Kontakte verwendet werden, handelt es sich bei dem Material des Gehäusemantels in sinnvoller Weise um ein elektrisch isolierendes Material.

Je nach Anwendungsfall, bspw. in der Hydraulik, ist es günstig, den Aktordeckel gegenüber dem Aktorboden mit einer unterschiedlichen Querschnittsfläche auszubilden. In weiterführender Weise weist der Aktordeckel und/oder der Aktorboden eine Querschnittsfläche auf, die den jeweiligen Einsatzbedingungen angepasst ist.

Ein bevorzugter Einsatz erfindungsgemäßer Aktoren ist in einem und/oder als ein Einspritzventil, insbesondere einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise in einem Otto- oder Dieselmotor. Ferner kann ein derartiger Aktor auch für ein Proportionalventil und/oder für eine Sonotrode verwendet werden.

Sinnvolle Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar. Im übrigen wird die Erfindung anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Explosionsdarstellung eines Aktors,

Fig. 2 einen in einem Medium angeordneten Aktor nach Figur 1 in entspanntem Zustand,

Fig. 3 den Aktor nach Figur 1 in vollständig ausgedehnten Zustand,

Fig. 4 einen Aktor mit geöffnetem Aktordeckel und aus dem Aktorgehäuse einseitig herausgeführten elektrischen Leitungen,

Fig. 5 einen Aktor mit an beiden Endplatten angeordneten elektrischen Leitungen,

Fig. 6 einen Aktor mit unterschiedlichen Endplatten und elastischem Material für den Gehäusemantel und

Fig. 7 den Aktor nach Figur 6 mit ausgedehntem Piezostapel.

In Figur 1 ist eine Explosionszeichnung eines erfindungsgemäßen Aktors dargestellt. Der Aktor weist in seinem Inneren einen mittig angeordneten Piezostapel 1 aus mehreren Lagen von Piezofolien aus einer piezoelektrischen Keramik auf.

Der Piezostapel 1 ist von einer elektrisch isolierenden Isolationsmasse 3, insbesondere einem Siliconöl, umgeben. Die Isolationsmasse 3 ist außenseitig von einem Gehäusemantel 4 umgeben, der gegenüber der Isolationsmasse 3 dicht verschlossen ist.

An den aktiven Hauptflächen des Piezostapels 1 ist einerseits ein formstabiler Aktordeckel 5b und andererseits ein formstabiler Aktorboden 5a vorzugsweise äquidistant zueinander angeordnet.

Der Aktorboden 5a und der Aktordeckel 5b sind beide hinsichtlich der Isolationsmasse 3 sowie hinsichtlich des umströmen-

den Mediums dichtend mit dem Gehäusemantel 45 verbunden. Aktorboden 5a, Aktordeckel 5b und Gehäusemantel 4 bilden zusammen ein zumindest gegenüber der Isolationsmasse 3 und dem umströmendem Medium dichtes Aktorgehäuse.

An den Aktordeckel 5b sind elektrische Anschlußleitung 2 geführt, die beide mit Bereichen des Aktordeckels 5b elektrisch leitend, aber dennoch gegenüber einander isolierend verbunden sind. Jeweils eine der Anschlußleitungen 2 ist mit gleichpoligen Bereichen der Piezofolien verbunden. Sie dienen zur Spannungsversorgung und zur Steuerung der Ausdehnung des Piezostapels 1. Auf diese Weise stellen die entsprechenden mit diesen Anschlußleitungen 2 verbundenen Bereiche des Aktordeckels 5b Kontaktflächen zur elektrischen Steuerung des Aktors dar.

Der Gehäusemantel 4 besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einem lappigen, vorzugsweise reisfesten Material. Er weist an allen Punkten einen nicht notwendigerweise gleichbleibenden Abstand von dem Piezostapel 1 auf.

In Figur 2 und 3 ist der Aktor nach Figur 1 in einem umströmenden und unter Druck (siehe Pfeile) stehenden Kraftstoff für Brennkraftmaschinen, vorzugsweise Otto- oder Dieselmotoren, dargestellt. In zusammengefahrenem Zustand ist der aus lappigem Material gefertigte Gehäusemantel 4 von unregelmäßiger sowie axial (entlang der Hauptausdehnungsrichtung des Piezostapels 1) und radial zusammengeschobener bzw. -gedrückter Form (siehe Figur 2). Bei vollständiger Ausdehnung des Piezostapels 1 (siehe Figur 3) wird der Gehäusemantel 4 gestreckt und nähert sich einem geraden Verlauf an.

Wie ersichtlich entspricht die entlang der Mantellinie gemessene Mindesthöhe des Gehäusemantels 4 mindestens der entsprechenden Maximalausdehnung des Aktors. Die genannte Mindesthöhe beinhaltet auch einen Ausgleich einer Formveränderung der I-



solutionsmasse 3, wie sie bei einer Ausdehnung des Piezostapels zumindest auftreten kann.

Die Formänderung der flüssigen und/oder gel-artigen Isolationsmasse 3, vorzugsweise eines Siliconöl, beruht auf der Inkompressibilität von Flüssigkeiten. Da bei einer Ausdehnung des Piezostapels 1 das Volumen einer inkompressiblen Isolationsmasse 3 gleichbleibt, muss sich ihre Form ändern. Dies kann bspw. - wie in Figur 7 - dargestellt von zylindrisch nach zylindrisch tailliert erfolgen.

Daraus ergibt sich, dass die Minimallänge des Mantels zumeist etwas größer ist als der Abstand der beiden Endplatten 5 bei vollständig ausgedehntem Piezostapel 1 (siehe Figur 2 und 3). Der Ausgleich sollte bei einem rein lappigen und unelastischen Material schon bei der Längenbemessung für den Gehäusemantel berücksichtigt werden. Bei einem elastischen Material kann die Ausgleichslänge und/oder der Hub des Piezostapels 1 insbesondere allein durch die Elastizität des Materials aufgebracht werden.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist in weiten Teilen gleichartig zu demjenigen nach den vorhergegangenen Figuren ausgebildet. Die Darstellung ist jedoch ohne Aktordeckel 5b und ohne Isolationsflüssigkeit dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Steuerleitungen 7 jedoch durch den - nicht gezeichneten - Aktordeckel 5b hindurch direkt und elektrisch isoliert voneinander nach außen geführt.

In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 5 hingegen ist eine Anschlußleitung mit dem Aktorboden 5a und die andere mit dem Aktordeckel 5b elektrisch leitend verbunden. Insbesondere in diesem Fall sollte der Gehäusemantel 4 aus einem elektrisch isolierenden Material gefertigt sein.

In Figur 6 und 7 sind Aktoren dargestellt, deren Aktorboden 5a und Aktordeckel 5b einen unterschiedlichen Querschnitt

aufweisen. Gleichzeitig dienen die Endplatten als elektrische Anschlüsse für den Piezostapel 1. Der Gehäusemantel 4 ist aus einem Material gefertigt, das elektrisch isolierend und elastisch ist. Im entspannten Zustand (Spannung gleich Null) des Piezostapels 1 ist die Mantellänge des Gehäusemantels größer als der Abstand zwischen den beiden mit ihnen dichtend verbundenen Endplatten 5, so daß der Gehäusemantel einen lappigen Eindruck erweckt.

Im vollständig ausgedehnten Zustand des Piezostapels 2 (siehe Figur 7) verläuft die Mantellinie des Gehäusemantels 4 zwischen den beiden Endplatten 5 nicht geradlinig, sondern weist aus den oben genannten Gründen eine Taille auf.

Bei dem vorliegenden elastischen Material des Gehäusemantels 4, der zusätzlich noch lappig angebracht ist, wird bei diesem Ausführungsbeispiel die Ausgleichslänge durch die gegenüber der zusammengezogenen Stellung des Piezostapels 1 größere Mantellänge sowie durch die Elastizität des Materials des Gehäusemantels 4 aufgebracht.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. 1. Piezoelektrischer Aktor für umströmte Medien, mit einem Piezostapelstapel, der mit direktem Kontakt zumindest bereichsweise innerhalb einer formveränderlichen Isolationsmasse angeordnet ist, die ihrerseits von einem fluidisch verschlossenen Aktorgehäuse umfasst ist, welches von einem Gehäusemantel und einem damit verbundenen formstabilen Aktordeckel und ebenfalls damit verbundenen formstabilen Aktorboden gebildet wird, wobei der Aktordeckel bzw. der Aktorboden an den aktiven Hauptflächen des Piezostapels angeordnet sind, und bei welchen Aktor die elektrischen Anschlussleitungen des Piezostapels über oder unter Zuhilfenahme des Aktordeckel und/oder des Aktorboden aus dem Aktorgehäuse nach außen geführt sind,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Gehäusemantel (4) aus einem lappigen und/oder elastischen Material gefertigt ist,  
dass der Gehäusemantel (4) an allen Punkten einen Abstand von dem Piezostapel (1) aufweist,  
dass die entlang der Mantellinie gemessene Mantellänge des Gehäusemantels (4) mindestens der Maximalausdehnung des Piezostapels (1) entspricht und/oder der Gehäusemantel (4) entsprechend dehnbar ist,  
dass die Isolationsmasse (3) ein elektrisch isolierendes Fluid und/oder ein Gel ist,  
dass das Innenvolumen des Aktorgehäuses zumindest weitgehend mit der Isolationsmasse (3) gefüllt ist und  
dass der Gehäusemantel (4) und der Aktorboden (5a) und der

Aktordeckel (5b) gegenüber der Isolationsmasse (3) und dem umströmenden Medium dichtend miteinander verbunden sind.

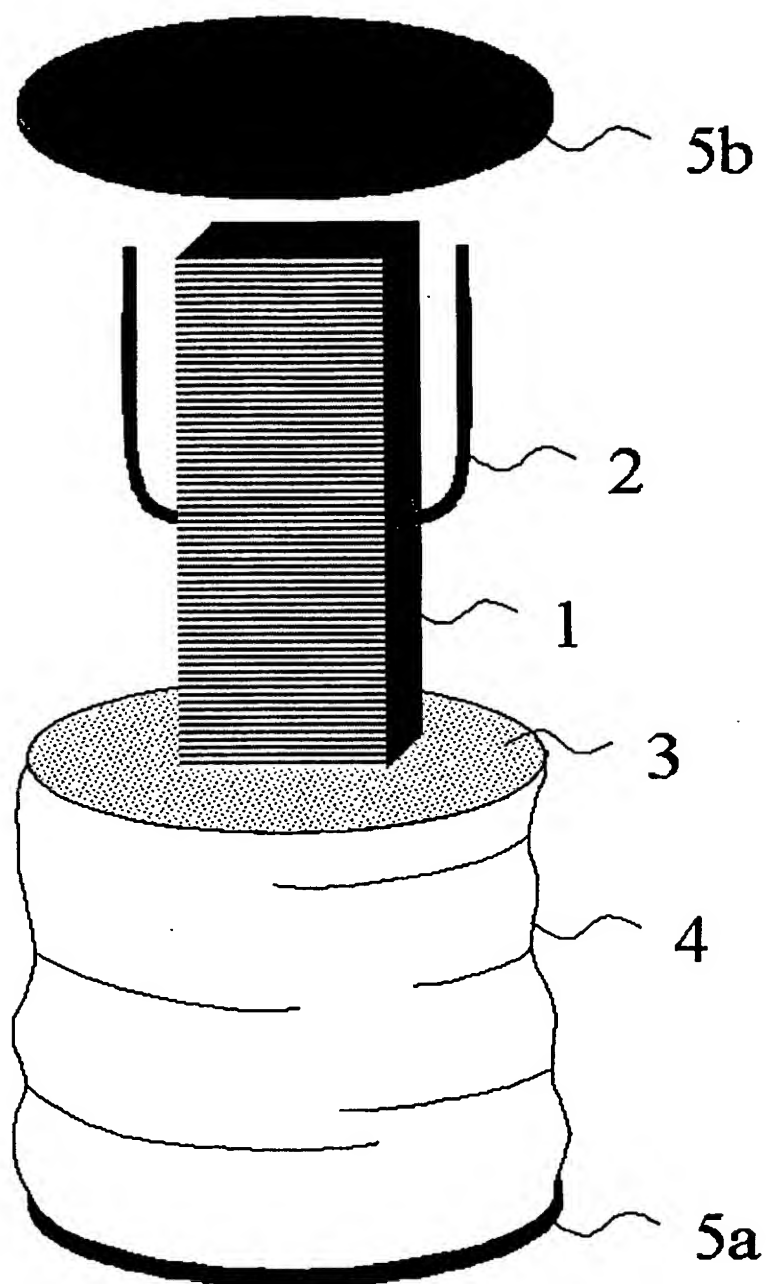
2. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Piezostapel (3) piezoelektrische Keramik aufweist.
3. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Aktordeckel (5a) und der Aktorboden (5b) äquidistant zueinander angeordnet sind.
4. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Material des Gehäusemantels (4) zumindest weitgehend resistent gegenüber dem ihn umströmenden Medium, insbesondere Kraftstoff ist.
5. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Innenvolumen des Aktorgehäuses zumindest weitgehend gasfrei ist.
6. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Viskosität des Isolationsmediums (3) in etwa der des umströmenden Mediums entspricht.
7. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass Material des Gehäusemantels (4) elektrisch neutral ist.
8. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Aktordeckel (5a) und der Aktorboden (5b) eine unterschiedliche Querschnittsfläche aufweisen.

9. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Isolationsmasse (3) ein Siliconöl ist.
10. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Wärmeleitfähigkeit der Isolationsmasse (3)  
gleich oder größer als die des Materials des Piezostapels  
(1) ist.
11. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Aktordeckel (5a) und/oder der Aktorboden (5b)  
eine Querschnittsfläche aufweisen, die jeweils der zuge-  
ordneten und quer zur Hauptausdehnungsrichtung des Pie-  
zostapels (1) angeordneten Aktivfläche des Piezostapels  
(1) entspricht.
12. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Aktorboden (5a) und/oder der Aktordeckel (5b)  
mindestens zwei voneinander elektrisch isolierte Ab-  
schlußbereiche für die elektrischen Anschlussleitungen  
(2) des Piezostapels (1) aufweisen.
13. Verwendung eines piezoelektrischen Aktors nach Anspruch 1  
für ein Einspritzventil, insbesondere einer Brennkraftma-  
schine, vorzugsweise einem Otto- oder Dieselmotor.
14. Verwendung eines piezoelektrischen Aktors nach Anspruch  
1 für ein Proportionalventil.
15. Verwendung eines piezoelektrischen Aktors nach Anspruch  
1 für einen Sonotrode.

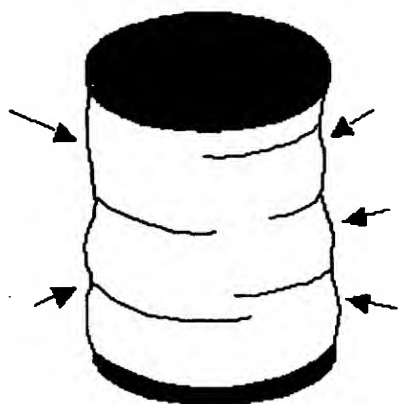
1/4

Figur 1

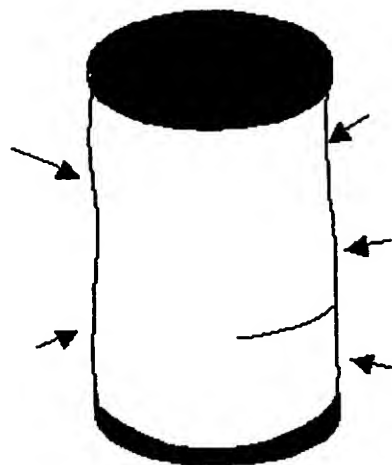


2/4

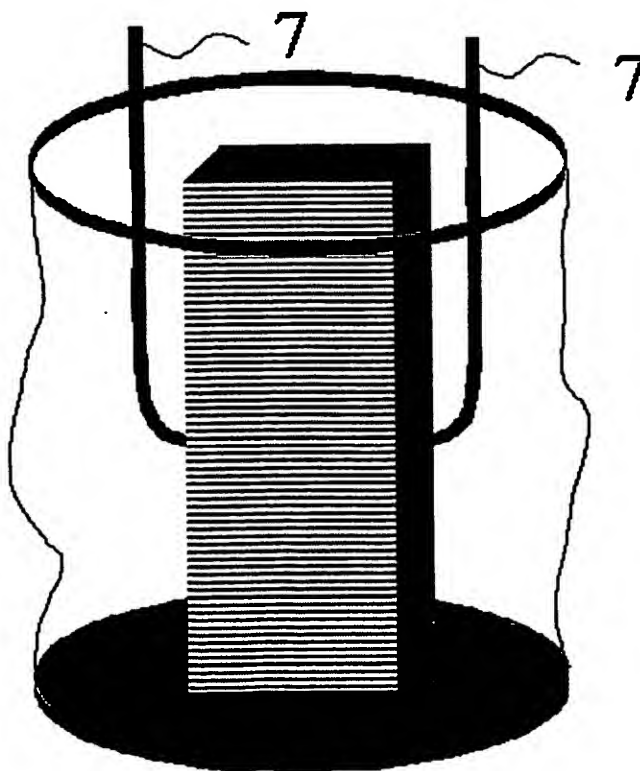
Figur 2



Figur3

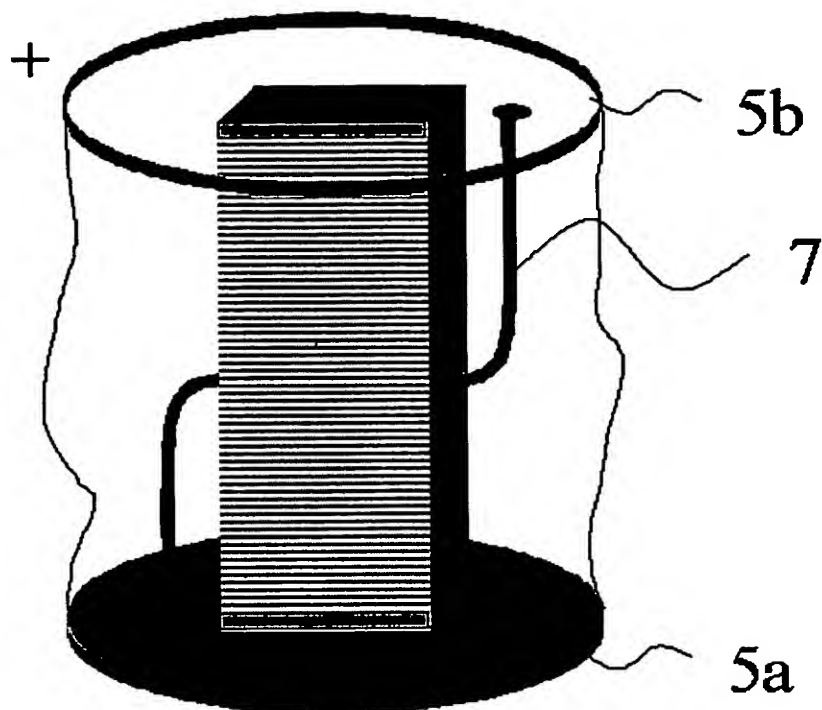


Figur 4

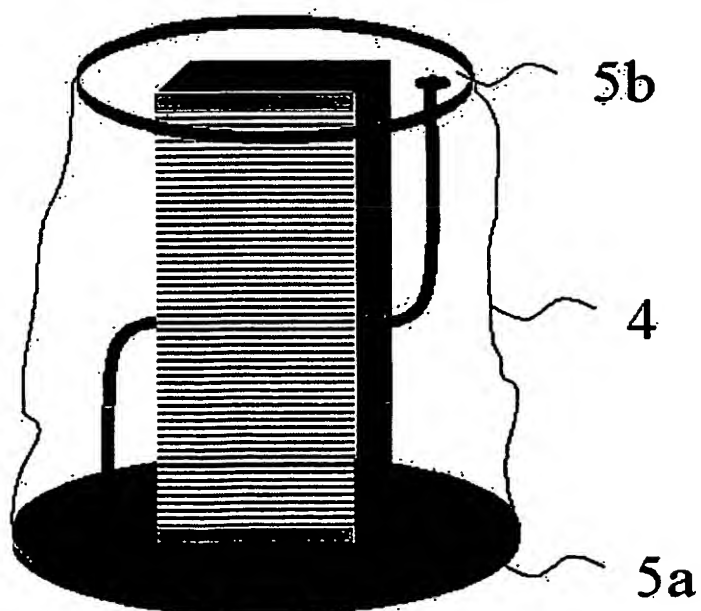


3/4

Figur 5



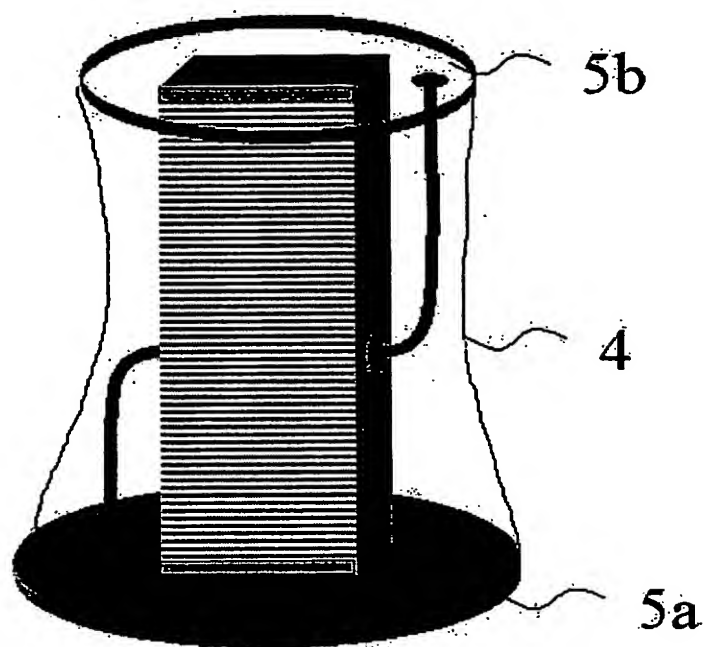
Figur 6





4 / 4

Figur 7



(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. Januar 2004 (15.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/006348 A3

(51) Internationale Patentklassifikation: H01L 41/053,  
F02M 59/46, F16K 31/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/005964

(22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Juni 2003 (06.06.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 30 032.1 4. Juli 2002 (04.07.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse  
225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FLÄMIG-VETTER,  
Tobias [DE/DE]; Martinstrasse 32, 73728 Esslingen (DE).  
ÖING, Heinz [DE/DE]; Marienstrasse 8, 26892 Dörpen  
(DE). RENNER, Gregor [DE/DE]; Kristallweg 16, 70619  
Stuttgart (DE).

(74) Anwälte: BERGEN-BABINECZ, Katja usw.; Daimler-  
Chrysler AG, Intellectual Property Management, IPM -  
C106, 70546 Stuttgart (DE).

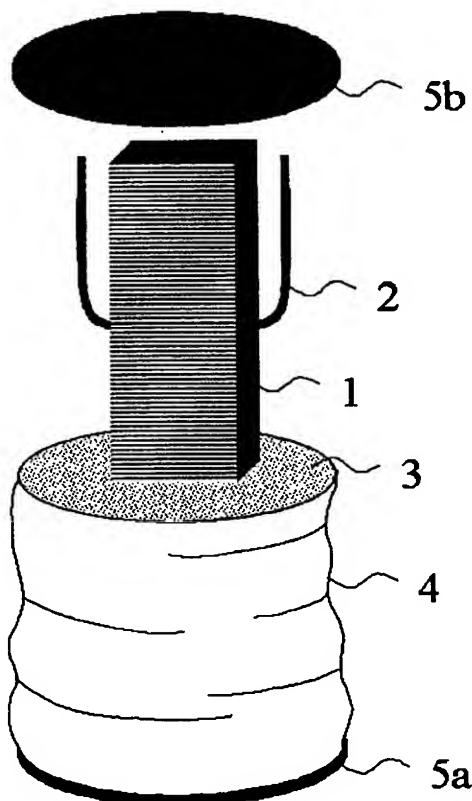
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR FOR MEDIA FLOWING THEREAROUND, AND USE OF A CORRESPONDING  
PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHER AKTOR FÜR UMSTRÖMENDE MEDIEN SOWIE VERWENDUNG EINES ENT-  
SPRECHENDEN PIEZOELEKTRISCHEN AKTORS



(57) Abstract: The invention relates to a piezoelectric actuator for media flowing therearound, comprising a piezo stack, at least some parts of which are arranged within a deformable isolating material so as to be in direct contact therewith. The isolating material is enclosed by a fluid-tight actuator housing that is formed by a housing shell, one end of which is delimited by a dimensionally stable actuator top while the other end thereof is delimited by a dimensionally stable actuator bottom. The actuator top and the actuator bottom are disposed on the active main surfaces of the piezo stack. In order to increase the service life of the actuator, the housing shell is made of a limp and/or elastic material and is disposed at a distance from the piezo stack at every location. The length of the shell, which is measured along the surface line, corresponds at least to the maximal dimensions of the piezo stack, and/or the housing shell can be stretched accordingly. The isolating material is an electrically insulating fluid and/or a gel and at least largely fills the inside volume of the fluid-tight actuator housing.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Aktor für ihn umströmende Medien, mit einem Piezostapel (1), der mit direktem Kontakt zumindest bereichsweise innerhalb einer formveränderlichen Isolationsmasse (3) angeordnet ist, die ihrerseits von einem fluidisch verschlossenen Aktorgehäuse umfasst ist, welches von einem Gehäusemantel (4) gebildet wird, der an seinem einem Ende von einem formstabilen Aktordeckel (5b) und seinem anderen Ende von einem formstabilen Aktorboden (5a) begrenzt ist. Der Aktordeckel und der Aktorboden sind an den aktiven Hauptflächen des Piezostapels angeordnet. Zur Erhöhung der Standzeit ist der Gehäusemantel (4) aus einem lappigen und/oder elastischen Material gefertigt und weist an allen Punkten einen Abstand von dem Piezostapel auf. Die entlang der Mantellinie gemessene Mantellänge des Gehäusemantels entspricht mindestens der Maximalausdehnung des Piezostapels und/oder der Gehäusemantel ist entsprechend dehnbar. Ferner ist die Isolationsmasse

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:** 13. Mai 2004

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/05964

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H01L41/053 F02M59/46 F16K31/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L F02M F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 553 059 A (SAKAKIBARA YASUYUKI ET AL) 12 November 1985 (1985-11-12)	1-4, 9, 12, 13
Y	column 1, line 57 -column 5, line 40	14, 15
Y	DE 196 42 653 C (DAIMLER BENZ AG) 22 January 1998 (1998-01-22)	14
Y	column 4, line 42 -column 5, line 19	
Y	DE 39 32 966 C (RICHARD WOLF GMBH) 4 April 1991 (1991-04-04)	15
A	column 3, line 41 -column 4, line 39	
	DE 198 18 068 A (SIEMENS AG) 28 October 1999 (1999-10-28)	1
	cited in the application	
	the whole document	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2004

Date of mailing of the international search report

24/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steiner, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/05964

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4553059	A	12-11-1985	JP 1742202 C JP 4027715 B JP 60104762 A	15-03-1993 12-05-1992 10-06-1985
DE 19642653	C	22-01-1998	DE 19642653 C1 FR 2754564 A1 GB 2318390 A ,B IT 1295425 B1 US 5983853 A	22-01-1998 17-04-1998 22-04-1998 12-05-1999 16-11-1999
DE 3932966	C	04-04-1991	DE 3932966 C1 DE 59007844 D1 EP 0421285 A1 US 5116343 A	04-04-1991 12-01-1995 10-04-1991 26-05-1992
DE 19818068	A	28-10-1999	DE 19818068 A1 DE 59906326 D1 EP 0954037 A1 JP 11332259 A US 6274967 B1	28-10-1999 28-08-2003 03-11-1999 30-11-1999 14-08-2001

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05964

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01L41/053 F02M59/46 F16K31/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L F02M F16K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 553 059 A (SAKAKIBARA YASUYUKI ET AL) 12. November 1985 (1985-11-12)	1-4,9, 12,13
Y	Spalte 1, Zeile 57 -Spalte 5, Zeile 40	14,15
Y	DE 196 42 653 C (DAIMLER BENZ AG) 22. Januar 1998 (1998-01-22)	14
Y	Spalte 4, Zeile 42 -Spalte 5, Zeile 19	
Y	DE 39 32 966 C (RICHARD WOLF GMBH) 4. April 1991 (1991-04-04)	15
Y	Spalte 3, Zeile 41 -Spalte 4, Zeile 39	
A	DE 198 18 068 A (SIEMENS AG) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/03/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Steiner, M

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/05964

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4553059 A	12-11-1985	JP 1742202 C	15-03-1993
		JP 4027715 B	12-05-1992
		JP 60104762 A	10-06-1985
DE 19642653 C	22-01-1998	DE 19642653 C1	22-01-1998
		FR 2754564 A1	17-04-1998
		GB 2318390 A ,B	22-04-1998
		IT 1295425 B1	12-05-1999
		US 5983853 A	16-11-1999
DE 3932966 C	04-04-1991	DE 3932966 C1	04-04-1991
		DE 59007844 D1	12-01-1995
		EP 0421285 A1	10-04-1991
		US 5116343 A	26-05-1992
DE 19818068 A	28-10-1999	DE 19818068 A1	28-10-1999
		DE 59906326 D1	28-08-2003
		EP 0954037 A1	03-11-1999
		JP 11332259 A	30-11-1999
		US 6274967 B1	14-08-2001